



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Off nl gungsschrift**
⑩ **DE 196 13 326 A 1**

⑤1 Int. Cl. 8:
B 01 D 53/02
B 01 J 20/34
B 01 D 5/00

②1 Aktenzeichen: 198 13 326.2
②2 Anmeldetag: 3. 4. 98
④3 Offenlegungstag: 10. 10. 98

DE 196 13 326 A 1

③0 Innere Priorität: ③2 ③3 ③1
08.04.95 DE 195133773

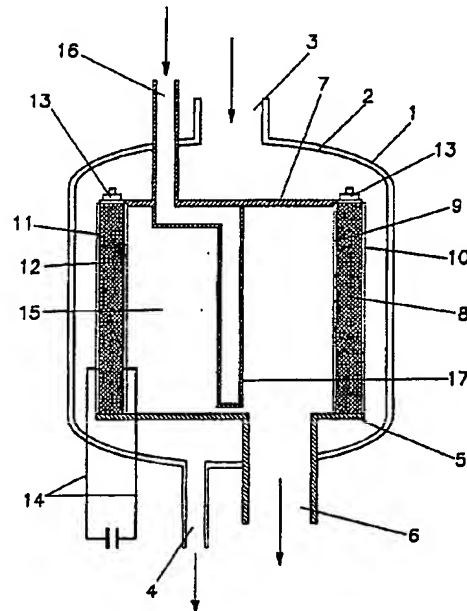
⑦1 Anmelder:
Keramchemie GmbH, 56427 Siershahn, DE

⑦4 Vertreter:
Košobutzki, W., Dipl.-Ing.(FH), Pat.-Anw., 56244
Helferskirchen

⑦2 Erfinder:
Antrag auf Nichtnennung

⑤4 Vorrichtung zur Rückgewinnung von Lösemitteln

⑤7 Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Rückgewinnung von organischen Lösemitteln, die einen Siedepunkt unterhalb von 250°C aufweisen, aus dem Abluftstrom einer Betriebsanlage, bestehend aus einem Adsorber mit einem ringförmigen, mit Aktivkohle gefüllten, elektrisch aufheizbaren Festbett, welches zur Adsorption des Lösemittels zunächst von dem Abluftstrom und anschließend zur Desorption bzw. Regenerierung mit Vakuum und/oder einem Gas beaufschlagt wird.
Um bei einer elektrischen Aufheizung des ringförmigen Aktivkohlebettes eine gleichmäßige Temperaturverteilung im Aktivkohlebett und kurze Regenerationszeiten zu ermöglichen, den Wirkungsgrad zu erhöhen, die Reingaswerte zu verbessern und die Gefahr von elektrischen Spitzenentladungen und die Funkenbildung zu verringern, bestehen der äußere und der innere Mantel (11, 12) des ringförmigen Festbettes (8) aus einem die Elektroden bildenden Gittermetall.



DE 196 13 326 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 08. 98 802 041/702

8/28

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Rückgewinnung von organischen Lösemitteln, die einen Siedepunkt unterhalb von 250°C aufweisen, aus dem Abluftstrom einer Betriebsanlage, bestehend aus einem Adsorber mit einem ringförmigen, mit Aktivkohle gefüllten, elektrisch aufheizbaren Festbett, welches zur Adsorption des Lösemittels zunächst von dem Abluftstrom und anschließend zur Desorption bzw. Regenerierung mit Vakuum und/oder einem Gas beaufschlagt wird.

Zur Trennung und Reinigung von Gasen finden in den unterschiedlichsten Industriezweigen Adsorptionsverfahren Anwendung, wenn insbesondere kleine Anlagen mit niedrigen Durchsätzen notwendig sind oder wenn aus einem großen, nicht adsorbierbaren Trägergas ein in geringen Konzentrationen vorliegender, adsorbierbarer Bestandteil, beispielsweise ein Lösemittel, abzuscheiden und damit zurückzugewinnen ist. Als Adsorptionsmittel wird dabei meist Aktivkohle verwendet, die aus einem pulverförmigen Rohmaterial unter Zusatz von Bindemittel, beispielsweise einem Stäbchen gepreßt wird, die dann in einen Behälter eingefüllt werden und ein sogenanntes Festbett bilden. Das Festbett kann einen ringförmigen Querschnitt aufweisen, der von dem zu reinigenden Gas, beispielsweise einem Abluftstrom einer Betriebsanlage, von innen nach außen oder umgekehrt durchströmt wird, wobei sich die im Abluftstrom enthaltenen Lösemittel aufgrund der Wechselwirkungen zwischen den Molekülen und Kapillarkondensationseffekten an der Aktivkohle, die die eigentliche Sorptionsfläche bildet, absetzen. Um ein beladenes, aus Aktivkohle gebildetes, ringförmiges Festbett zu regenerieren, sind verschiedene Verfahren bekannt.

Es ist bekannt, die Aktivkohle mit einem Inertgas unter Normaldruck oder Vakuum zu regenerieren und dabei die Aktivkohle durch das Inertgas aufzuheizen. Dies bedingt sehr lange Regenerationszeiten da das Inertgas nur eine geringe Wärmekapazität besitzt. Als Folge davon müssen die Aktivkohlebetten verhältnismäßig groß ausgebildet sein. Bei einer solchen Regeneration werden die Behälter und Rohrleitungen zwangsläufig mit aufgeheizt, was einen erhöhten Wärmebedarf mit sich bringt und zusätzliche Wärmeverluste zur Folge hat. Da die Bereiche der Aktivkohle, die mit der Behälterwandung in Kontakt stehen, eine geringere Temperatur als das Zentrum des Aktivkohlebetts aufweist, werden diese Bereiche schlechter regeneriert.

Eine andere Möglichkeit zur Aufheizung der Aktivkohle bei der Regeneration besteht darin, dem Aktivkohlebett aufgeheizte Luft zuzuführen. Hier besteht der Nachteil, daß der Anreicherungsgrad der Desorptionsluft verhältnismäßig gering ist und nur so hoch sein darf, daß die Explosionsgrenze nicht überschritten wird. Darüber hinaus können dabei aber nur solche Lösemittel behandelt werden, die bei der Regenerationstemperatur unter der katalytischen Wirkung der Aktivkohle mit dem Sauerstoff der Luft nicht reagieren.

Eine weitere Möglichkeit der Aufheizung der Aktivkohle besteht darin, Heizschlangen durch das Aktivkohlebett zu führen. Auch hier sind lange Regenerationszeiten, und damit verbunden große Aktivkohlebetten, erforderlich. Die Temperaturverteilung im Aktivkohlebett ist ungleichmäßig, und es treten erhebliche Wärmeverluste auf. Es sind aufgrund der unterschiedlichen Temperaturen Bereiche mit unterschiedlichem Regenerationsgrad vorhanden.

Schließlich ist es auch bekannt, das ringförmige Aktivkohlebett durch elektrischen Strom aufzuheizen. Dazu werden in dem Aktivkohlebett mehrere Elektroden angeordnet, die die Kathoden und die Anoden bilden. Wegen der verhältnismäßig geringen elektrischen Leitfähigkeit der Aktivkohle sind ebenfalls lange Regenerationszeiten erforderlich. Die geringe elektrische Leitfähigkeit führt aber auch dazu, daß es aufgrund der elektrischen Spannungen zur Funkenbildung kommen kann. Aufgrund der Konstruktion und der Anordnung der Elektroden kommt es auch zu einer ungleichmäßigen Temperaturverteilung im Aktivkohlebett, wobei örtliche Überhitzungen entstehen können. Aufgrund dieser schlechten Temperaturverteilung sind die erreichbaren Anreicherungen am Lösemittel im Desorptionsgas verhältnismäßig gering und die erreichbaren Reingaswerte schlecht.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Rückgewinnung von organischen Lösemitteln, die einen Siedepunkt unterhalb von 250°C besitzen, aus dem Abluftstrom einer Betriebsanlage zu schaffen, die bei einer elektrischen Aufheizung des ringförmigen Aktivkohlebettes eine gleichmäßige Temperaturverteilung im Aktivkohlebett und kurze Regenerationszeiten ermöglicht. Dabei soll der Wirkungsgrad erhöht und die Reingaswerte verbessert werden. Schließlich soll die Gefahr von elektrischen Spitzenentladungen und die Funkenbildung verringert werden.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird gemäß der Erfindung bei einer Vorrichtung der eingangs beschriebenen Gattung vorgeschlagen, daß der äußere und der innere Mantel des ringförmigen Festbettes aus einem die Elektroden bildenden Gittermetall bestehen.

Durch eine solche Ausgestaltung wird eine gleichmäßige Temperaturverteilung im Aktivkohle-Festbett und damit eine Verkürzung der Regenerationszeiten erreicht. Gleichzeitig tritt eine Erhöhung des Wirkungsgrades bei einer Verbesserung der Reingaswerte ein. Die Gefahr von elektrischen Spitzenentladungen und von Funkenbildung wird nicht unbeachtlich verringert.

Weitere Merkmale einer Vorrichtung gemäß der Erfindung sind in den Ansprüchen 2—7 offenbart.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in einer Zeichnung in vereinfachter Weise dargestellten Ausführungsbeispiels bei einer sogenannten Vakuumdesorption näher erläutert. Dabei zeigen

Fig. 1 eine Vorrichtung gemäß der Erfindung im Schnitt und

Fig. 2 eine besondere elektrische Schaltung der Vorrichtung der Fig. 1 und

Fig. 3 eine andere elektrische Schaltung der Vorrichtung.

In der Fig. 1 der Zeichnung ist eine Vorrichtung gezeigt, die zur Rückgewinnung eines organischen Lösemittels aus dem Abluftstrom einer Betriebsanlage dient. Diese Vorrichtung besteht aus mindestens zwei Adsorbern 1, die vollkommen gleich ausgebildet sind und von denen deshalb in der Zeichnung nur ein Adsorber 1 dargestellt ist. Der Adsorber 1 weist zunächst einen Behälter 2 auf, der beispielsweise aus Metall, gefertigt ist, wobei Maßnahmen vorgesehen werden müssen, die den Behälter 2 von seinen Einbauten elektrisch trennen. Der Behälter 2 besitzt oben einen Einlaß 3, über den, je nach Bedarf, Abluft oder Kühlluft in den Behälter 2 eingeleitet wird. An seinem unteren Ende ist der Behälter 2 mit einer Auslaßöffnung 4 versehen, die jedoch zum sogenannten Regenerationskreislauf gehört. In dem Behälter 2 ist eine Tragplatte 5 aus elektrisch nicht leitendem

Werkstoff ausgebildet, die eine durch den Behälter 2 nach außen führende Ablaufleitung 6 für die gereinigte Abluft oder für die erwärmte Kühlluft besitzt. Mit Abstand oberhalb der Tragplatte 5 ist eine ebenfalls elektrisch nicht leitende Deckplatte 7 angeordnet. Zwischen der Tragplatte 5 und der Deckplatte 7 ist ein ringförmiges Bett 8 ausgebildet, welches einen kreisförmigen oder einen polygonen, beispielsweise sechseckigen Querschnitt aufweisen kann. Dieses Festbett 8 wird zunächst aus einem inneren Stützkorb 9 und einem äußeren Stützkorb 10 begrenzt, die einerseits tragend ausgebildet sind und entsprechende Durchlaßöffnungen aufweisen. An ihren einander zugewandten Mantelflächen sind der innere Stützkorb 9 und der äußere Stützkorb 10 mit einem an sich bekannten Gittermetall 11, 12 bestückt. In Abhängigkeit von der Ausgestaltung des Gittermetalles 11, 12 können der innere Stützkorb 9 und der äußere Stützkorb 10 auch ausschließlich aus Gittermetall 11, 12 gebildet sein.

In den Ringraum zwischen den beiden Stützkörben 9, 10, wird an sich bekannte Aktivkohle eingefüllt, die gemäß der Erfindung mit etwa 10 bis 50 Gewichtsprozent, vorteilhaft mit 30 Gewichtsprozent eines Graphitsplitts mit einer Körnung von 1 bis 10 mm, vorteilhaft von 3 bis 5 mm, möglichst gleichmäßig vermischt ist. Auf der oberen Ringfläche des Bettes 8 können angedeutete Gewichte 13 angeordnet sein. An das flächige Gittermetall 11, 12 wird eine Spannungsquelle 14, beispielsweise eine Wechselspannung von 0 bis 40 Volt angeschlossen. Dabei wird diese Wechselspannung in Abhängigkeit von der Solltemperatur des Aktivkohlebettes 8 geregelt.

In den von der Tragplatte 5, der Deckplatte 7 und dem Festbett 8 begrenzten Raum 15 mündet eine Leitung 16, die zum Regenerationskreislauf gehört. Dabei ist an das innere Ende der Leitung 16 ein Gasverteiler 17 angeschlossen, der aus einem Rohr mit Austrittsöffnungen besteht.

Für die Erläuterung der Arbeitsweise der vorbeschriebenen Vorrichtung wird nun zunächst davon ausgegangen, daß der Regenerationskreislauf geschlossen ist und daß über den Einlaß 3 Abluft in den Behälter 2 eingeleitet wird, die ein Lösemittel, beispielsweise Ethylacetat, in einer Menge von etwa 10 Gramm pro m³ enthält. Durch den Aufbau des Adsorbers 1 wird nun die Abluft gezwungen, von außen durch das Festbett 8 in den Innenraum zu strömen. Dabei wird das Lösemittel in bekannter Weise einerseits durch die Anziehungskräfte auf der Oberfläche der Aktivkohle adsorbiert und andererseits durch Kapillarkondensation in den Poren der Aktivkohle gespeichert. Wenn die Speicherkapazität der Aktivkohle erschöpft und die maximal zulässige Lösemittelkonzentration der aus der Öffnung 6 austretenden Reinluft erreicht ist, übernimmt der zweite Adsorber die Abscheidung des Lösemittels, während der vorliegende Adsorber 1 auf Desorption geschaltet wird. Das Signal zur Umschaltung kann z. B. von einem Konzentrationsmeßgerät oder einer Zeituhr kommen.

In dem beladenen Adsorber 1 beziehungsweise dem beladenen Festbett 8 muß nun das Lösemittel von der Aktivkohle desorbiert werden. Dies erfolgt in mehreren Teilschritten. Dabei wird zunächst der Behälter 2 durch eine nicht dargestellte Vakuumpumpe über die Leitung 10 auf etwa 100 mbar evakuiert. Anschließend wird der Behälter 2 durch Einleiten von Stickstoff über die Leitung 16 bis zum Normaldruck inertisiert. Danach wird der Behälter 2 wieder über die Leitung 16 auf 100 mbar evakuiert. Sobald dies erfolgt ist, wird das Aktivkohlebett 8 durch Anlegen einer elektrischen Spannung, bei-

spielsweise von 15 V und einer Stromstärke von 18.000 A, auf eine Temperatur von etwa 160°C aufgeheizt. Hierbei gegebenenfalls anfallende Lösemittelbrüden werden durch nicht dargestellte, nachgeschaltete Kondensatoren abgeschieden. Jetzt wird der mit dem Lösemittel beladene Stickstoff mittels der bereits erwähnten Vakuumpumpe im sogenannten Regenerationskreislauf durch mindestens einen nicht dargestellten Kondensator geführt, in dem das Lösemittel kondensiert und abtropft. Über ein Druckreduzierventil mit einem Differenzdruck von etwa 900 mbar wird das Regenerationsgas wieder über die Leitung 16 in den Behälter zurückgeführt.

Wenn kein Lösemittelkondensat mehr anfällt, wird die Beheizung des Regenerations- bzw. Desorptionskreislaufes eingestellt. Das Festbett 8 wird jetzt von der Einströmöffnung 3 ausgehend, in einem getrennten Kühlkreis wieder abgekühlt und damit erneut wieder aufnahmefähig gemacht für die Adsorption des Lösemittels aus der Abluft. Dazu wird der Regenerations- bzw. Desorptionskreislauf wieder geschlossen und gleichzeitig der Einlaß 3 für die Abluft und der Auslaß 6 für die Kühlluft wieder geöffnet. Jetzt wiederholt sich der bereits beschriebene Vorgang.

Bei einem derartigen Adsorber 1 beträgt der Spannungsabfall im Bett 8 etwa 14 Volt. Da der Widerstand verhältnismäßig klein ist, fließen, wie bereits dargelegt, verhältnismäßig hohe Ströme. Hohe elektrische Ströme bedingen zwangsläufig große Leitungsquerschnitte, was mit einem nicht unbeachtlichen Aufwand verbunden ist. Um diesen Aufwand zu vermeiden, ist das Festbett 8 in drei Sektoren 8a, 8b, 8c unterteilt und der Außenmantel 10 und der Innenmantel 9 sind aus jeweils drei Teilen 10a bis 10c und 9a bis 9c gebildet und durch Isolierplatten 18 voneinander getrennt. Zusätzlich sind die Teile 10a und 10b des Außenmantels 10 und die Teile 9b und 9c des Innenmantels 9 über jeweils eine Brücke 19, 20 elektrisch miteinander verbunden. Dies gibt die Möglichkeit, den Adsorber 1 mit einer Spannung von 45 V und einer Stromstärke von 6000 A bei gleicher Leistung zu betreiben, was erheblich kleinere Leistungsquerschnitte erfordert.

Bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 3 ist das Festbett in gleicher Weise wie bei der Fig. 2 in drei Sektoren 8a, 8b, 8c oder ein Vielfaches von "Drei" unterteilt. Auch der äußere und der innere Mantel 11, 12 bestehen aus der gleichen Anzahl von Teilen 11a, 11b, 11c und 12a, 12b, 12c, wobei hier ebenfalls zwischen den Sektoren 8a, 8b, 8c und den Teilen 11a, 11b, 11c und 12a, 12b, 12c Isolierplatten 18 angeordnet sind. Die Teile 11a, 11b, 11c des äußeren Mantels 11 sind nun an die einzelnen Phasen R, S, T einer Drehstrom-Spannungsquelle angeschlossen, während die Teile 12a, 12b, 12c des inneren Mantels 12 mit dem sogenannten Stern- bzw. Mittelpunkt M verbunden ist. Auch ein umgekehrter Anschluß ist möglich. In vorteilhafter Weise können bei dieser Schaltung die an den Mitteleiter M angeschlossenen Teile 12a, 12b, 12c wieder einstückig ausgebildet sein.

In Abänderung des erläuterten Ausführungsbeispieles kann die Regeneration bzw. Desorption auch unter Normaldruck stattfinden. In Abhängigkeit vom zu entfernenden Lösemittel und dessen Konzentration ist es auch möglich, den Stickstoff, also das Inertgas, durch Luft zu ersetzen, wobei diese dann nicht im Kreislauf geführt wird, sondern als Lösemittel angereichertes Abgas einer weiteren Abgasbehandlung zugeführt wird.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Rückgewinnung von organischen Lösemitteln, die einen Siedepunkt unterhalb von 250°C aufweisen, aus dem Abluftstrom einer Betriebsanlage, bestehend aus einem Adsorber mit einem ringförmigen, mit Aktivkohle gefüllten, elektrisch aufheizbaren Festbett, welches zur Adsorption des Lösemittels zunächst von dem Abluftstrom und anschließend zur Desorption bzw. Regenerierung mit Vakuum und/oder einem Gas beaufschlagt wird, dadurch gekennzeichnet, daß der äußere und der innere Mantel (11, 12) des ringförmigen Festbettes (8) aus einem die Elektroden bildenden Gittermetall bestehen.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das ringförmige Festbett (8) einen kreisringförmigen Querschnitt aufweist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das ringförmige Festbett (8) einen polygonen Querschnitt aufweist.
4. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das obere Ende des Festbettes (8) durch eine mit einem Gewicht (13) belastbare, ringförmige Platte (7) abgeschlossen ist.
5. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das ringförmige Festbett (8) in mindestens zwei elektrisch gegeneinander isolierte Sektoren (8a, 8b, 8c) unterteilt und der äußere und der innere, die Elektroden bildende Mantel (11, 12) ebenfalls jeweils aus mindestens zwei elektrisch gegeneinander isolierten Teilen (11a, 11b, 11c, 12a, 12b, 12c) gebildet ist und diese Teile 11a, 11b, 11c, 12a, 12b, 12c) elektrisch hintereinander geschaltet sind.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das ringförmige Festbett (8) in drei elektrisch gegeneinander isolierte Sektoren (8a, 8b, 8c) unterteilt und der äußere und der innere Mantel (11, 12) aus jeweils drei elektrisch gegeneinander isolierten Teilen (11a, 11b, 11c, 12a, 12b, 12c) gebildet ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß zwei benachbarte Teile (11a, 11b, 11c, 12a, 12b, 12c) des äußeren Mantels (11) und des inneren Mantel (12) über eine Brücke (19, 20) direkt miteinander verbunden sind.
8. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das ringförmige Festbett (8) in eine durch drei teilbare Anzahl von Sektoren (8a, 8b, 8c) unterteilt und der äußere oder der innere Mantel aus einer ebenfalls durch drei teilbaren Anzahl von Teilen (11a, 11b, 11c) gebildet ist und die Teile (11a, 11b, 11c) jeweils mit einer Phase (R, S, T) einer Drehstrom-Spannungsquelle verbunden sind, während der nicht geteilte äußere oder innere Mantel (12) an den Stern- bzw. Mittelpunkt (M) angeschlossen ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

Fig.1

